

**DESAIN MECHANICAL DAN ELECTRICAL DI GEDUNG BADAN PEMERIKSA
KEUANGAN KOTA MADYA MALUKU**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

IQBAL MAULANA IKHSAN

NIM. D400170021

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**DESAIN MECHANICAL DAN ELECTRICAL DI GEDUNG BADAN PEMERIKSA
KEUANGAN KOTA MADYA MALUKU**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

IQBAL MAULANA IKHSAN

NIIM. D400170021

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Hasyim Asy'ari', written over a horizontal line.

Hasyim Asy'ari, ST.MT




NIK. 981

HALAMAN PENGESAHAN
DESAIN MECHANICAL DAN ELECTRICAL DI GEDUNG BADAN PEMERIKSA
KEUANGAN KOTA MADYA MALUKU

OLEH
IQBAL MAULANA IKHSAN
NIM. D400170021

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 18 Januari 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

- | | |
|---|--|
| 1. Hasyim Asy'ari, ST.MT
(Ketua Dewan Penguji) | 
(.....) |
| 2. Aris Budiman, ST.MT
(Anggota I Dewan Penguji) | 
(.....) |
| 3. Tindyo Prasetyo, ST.MT
(Anggota II Dewan Penguji) | 
(.....) |

Dekan,


02022021
Ir. Sri Sunarjono, M.T. Ph.D
NIK. 628

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 07 Januari 2021

Penulis



IQBAL MAULANA IKHSAN

NIM. D400170021

DESAIN MECHANICAL DAN ELECTRICAL DI GEDUNG BADAN PEMERIKSA KEUANGAN KOTA MADYA MALUKU

Abstrak

Di awal tahun 2020 telah terjadi bencana gempa bumi yang menyebabkan kerusakan pada salah satu bangunan di kota Maluku, ialah Gedung Badan Pemeriksa Keuangan. Dampak gempa bumi tersebut mengakibatkan rusak berat fasilitas yang terdapat pada gedung tersebut. Fasilitas yang mengalami rusak antara lain, instalasi listrik, sistem air conditioning, tembok retak, plafon jebol dan tap yang runtuh. Hasil pengujian lapangan bahwa untuk struktur beton masih baik dan bisa digunakan kembali. Maka itu diperlukan perbaikan untuk kebutuhan fasilitas pada instalasi listrik seperti lampu untuk penerangan dan kebutuhan suhu ruangan AC (*Air Conditioner*). Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, instalasi listrik perlu direncanakan dengan matang sesuai dengan harga keekonomiannya. Pada gedung Badan Pemeriksa Keuangan ini memiliki luas keseluruhannya 3.516 m² dan 3 lantai dengan memiliki banyak ruangan ditambah dengan sebuah auditorium, memerlukan perhitungan dan perencanaan yang benar agar distribusi beban dapat seimbang. Beberapa program *software* pendukung untuk perencanaan instalasi di gedung Badan Pemeriksa Keuangan yaitu program *software Microsoft Excel* untuk menghitung jumlah titik lampu dan arus bebannya, serta program *software AutoCAD* untuk menggambar single line diagram instalasi mekanikal, elektrik. Berdasarkan perhitungan total daya yang direncanakan dibutuhkan sebesar 147,96 kVA, salah satunya kapasitas daya keseluruhan penggunaan AC sebesar 101,41 kVA atau 81,13 kW. Perhitungan pada gedung ini juga menentukan kapasitas untuk pengaman dan besaran kabel yang digunakan. Pada gedung ini menggunakan pengaman utama 3 fasa dengan *Molded Case Circuit Breaker* (MCCB) berkapasitas 225 A dengan kabel NYY 4 x 120 mm² yang menghantarkan hingga 282 A.

Kata Kunci : Desain ME, Kapasitas AC, *Single Line Diagram*

Abstract

At the beginning of 2020 there was an earthquake which caused damage to one of the buildings in the city of Maluku, the Supreme Audit Agency Building. The impact of the earthquake caused serious damage to the facilities in the building. Facilities that were damaged included electrical installations, air conditioning systems, cracked walls, broken ceilings and collapsed tap. Field test results show that concrete structures are still good and can be reused. So it is necessary to improve the need for facilities in electrical installations such as lamps for lighting and the need for room temperature AC (*Air Conditioner*). To meet these needs, electrical installations need to be carefully planned according to their economic prices. The Supreme Audit Agency building has a total area of 3,516 m² and 3 floors with many rooms plus an auditorium, requiring correct calculations and planning so that the load distribution can be balanced. Several supporting software programs for installation planning in the Supreme Audit Agency building are Microsoft Excel software to calculate the number of light points and load currents, and AutoCAD software program to draw single line diagrams of mechanical and electrical installations. Based on the calculation of the total planned power required is 147.96 kVA, one of which is the overall power capacity of the use of AC of 101.41 kVA or 81.13 kW. The calculation in this building also determines the capacity for security and the amount of cable used. This building uses a 3-phase main security with an *Molded Case Circuit Breaker* (MCCB) with a capacity of 225 A with NYY 4 x 120 mm² cables that carry up to 282 A.

Keywords : Design ME, the Capacity of the AC, a single line Diagram

1. PENDAHULUAN

Di awal tahun 2020 telah terjadi bencana gempa bumi yang menyebabkan kerusakan pada salah satu bangunan di kota Maluku, ialah Gedung Badan Pemeriksa Keuangan. Terdapat dua kali terjadinya gempa bumi pada bulan Januari 2020. Pada wilayah Maluku mengalami gempa dua kali berdasarkan catatan BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika). Gempa ini terjadi saat sore hingga malam pada hari Rabu 1 Januari 2020. Lokasi gempa pertama menghasilkan magnitudo 3.3 dengan kedalaman 10 km di daerah 8 km tenggara Kairatu Maluku saat pukul 17:40:38 WIB. Lokasi gempa yang kedua menghasilkan magnitudo 3 dengan kedalaman 16 km di daerah 9 km Tenggara Kairatu-SBB saat pukul 17:40:38 WIB (Dawangi, 2020). Dampak bencana ini mengakibatkan rusak berat fasilitas yang terdapat pada gedung tersebut. Fasilitas yang mengalami rusak antara lain, instalasi listrik, sistem air conditioning, tembok retak, plafon rusak dan tap yang runtuh.

Setiap instalasi listrik baik itu bangunan perumahan, komersial atau industri didahului oleh rencana atau desain yang cermat. Desain untuk instalasi bangunan melibatkan berbagai perhitungan berdasarkan beberapa faktor yang mencakup; jenis bangunan, tujuan membangun, parameter bangunan fisik (Najeemd et al, 2020). Energi listrik bisa terpenuhi dengan baik, maka diperlukan perhitungan pada pendistribusian dengan sebaik mungkin, karena energi listrik besar diperlukan pada gedung-gedung yang bertingkat. (Wang lie & Liete Vernand, 2016).

Tujuan penelitian ini adalah mendesain sistem mechanical, electrical untuk gedung BPK yang akan dibangun kembali. Adapun metode penelitian ini adalah menghitung kebutuhan titik lampu, kapasitas HVAC (*Heating, Ventilation, and Air-conditioning*), dan panel listrik, hasil perhitungan digunakan sebagai acuan untuk dituangkan dalam gambar kerja dengan program Autocad. Hasil penelitian diharapkan didapatkan desain ME gedung BPK yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

1.1 Rumusan Masalah

Berikut adalah beberapa rumusan masalah dari lataran belakang permasalahan tersebut :

- a. Berapa jumlah daya listrik yang dibutuhkan di Gedung Badan Pemeriksa Keuangan Kota Madya Maluku ?
- b. Bagaimana jumlah titik lampu yang dibutuhkan di Gedung Badan Pemeriksa Keuangan Kota Madya Maluku ?

- c. Bagaimana kapasitas HVAC (*Heating, Ventilation, and Air-conditioning*) di Gedung Badan Pemeriksa Keuangan Kota Madya Maluku ?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain :

- a. Mengetahui keseluruhan daya listrik yang digunakan di Gedung Badan Pemeriksa Keuangan Kota Madya Maluku.
- b. Mengetahui jumlah titik lampu yang dibutuhkan di Gedung Badan Pemeriksa Keuangan Kota Madya Maluku.
- c. Mengetahui kapasitas HVAC (*Heating, Ventilation, and Air-conditioning*) di Gedung Badan Pemeriksa Keuangan Kota Madya Maluku.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain :

- a. Menjadi motivasi untuk agar menyelesaikan tugas seberat apapun bentuknya dan syarat untuk menyelesaikan studi S1.
- b. Menambah pengetahuan di bidang *mechanical electrical* pada suatu gedung.
- c. Mengasah keterampilan di bidang desain *mechanical electrical* pada *Software Autocad 2017*.

1.4 Batasan Penelitian

- a. Menentukan jumlah daya listrik yang dibutuhkan yang meliputi jumlah titik lampu dan sistem pendinginan pada ruangan.
- b. Mengatur arus beban total, kapasitas pengaman, dan kabel yang digunakan.
- c. Pembuatan desain sistem kelistrikan dengan aplikasi *Autocad 2017 Software*.

1.5 Landasan Teori

Beberapa teori perencanaan instalasi listrik didasarkan pada rumus, antara lain :

1.5.1 Menentukan jumlah listrik pada suatu ruangan.

Kebutuhan penerangan untuk suatu tempat didapat dari daya listrik pada lampu yang berubah menjadi cahaya. Dimana instalasi penerangan listrik merupakan semua instalasi yang dipakai untuk menaruh daya listrik dalam lampu. (Samaulah, 2002).

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times CU \times n} \quad (1)$$

Penjelasan :

N = Total titik lampu pencahayaan pada suatu tempat

E = Intensitas pencahayaan (*Lux*)

- L = Panjang ruangan (m)
 W = Lebar ruangan (m)
 \emptyset = Lumen
 LLF = Faktor cahaya rugi / *Loss light factor* (0,7 – 0,8)
 CU = Koefisien pemanfaatan / *Coefisien of Utilization* (50 – 65 %)
 n = Jumlah lampu dalam satu titik

Tabel 1. mencantumkan informasi untuk menentukan berapa banyak pencahayaan yang dibutuhkan:

Tabel 1. Tingkat Pencahayaan (<i>Lux</i>) Ruangan	
Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (<i>Lux</i>)
Ruang Direktur	350
Ruang Kerja	350
Ruang Komputer	350
Ruang Rapat	300
Ruang Gambar	750
Ruang Arsip	150

1.5.2 Menentukan kebutuhan HVAC (Heating, Ventilation, and Air-conditioning) pada ruangan.

Pemilihan teknik pemodelan yang sesuai dan pemodelan yang sesuai dari seluruh sistem HVAC (*Heating, Ventilation, and Air-conditioning*) adalah dua tugas penting dalam perjalanan untuk meningkatkan fungsionalitas sistem kontrol, mengurangi konsumsi energi gedung dan meningkatkan kenyamanan termal dalam ruangan (Afroz et al, 2018).

$$BTU = ((P \times L \times T \times \text{Faktor 1} \times 37) + (\text{Faktor 2} \times \text{jumlah orang})) \quad (2)$$

Penjelasan :

P = Panjang ruangan

L = Lebar ruangan

T = Tinggi ruangan

Faktor 1 = Penggunaan ruangan :

- Kamar tidur = 5
- Kantor = 6
- Supermarket = 7

Faktor 2 = Penghuni ruangan :

- Anak-anak = 300 BTU
- Dewasa = 600 BTU

$$Titik\ AC = \frac{Kapasitas\ AC\ (BTU)}{Kapasitas\ tiap\ AC} \quad (3)$$

Tabel 2. Kapasitas tiap AC dalam BTU

Ukuran AC	Daya Listrik
1/2 PK	5.000 BTU/hr
3/4 PK	7.000 BTU/hr
1 PK	9.000 BTU/hr
1,5 PK	12.000 BTU/hr
2 PK	18.000 BTU/hr
2,5 PK	24.000 BTU/hr
3 PK	27.000 BTU/hr
5 PK	45.000 BTU/hr
6 PK	48.000 BTU/hr

Berdasarkan data tabel diatas, standar kapasitas AC dengan ukuran 1/2 PK – 2,5 PK digunakan pada semua merek AC pada umumnya, dan untuk standar kapasitas AC dengan ukuran lebih dari 2,5 PK tergantung kepada teknologi yang digunakan pada setiap merek AC.

1.5.3 Menentukan arus beban.

Beban satu fasa :

$$In = \frac{P}{VL-N \times \cos \emptyset} \quad (4)$$

Beban tiga fasa :

$$In = \frac{P}{\sqrt{3} \times VL-L \times \cos \emptyset} \quad (5)$$

Keterangan :

In = Arus nominal (*Ampere*)

P = Daya aktif (*Watt*)

$VL - N$ = Tegangan fasa – netral (*Volt*)

$VL - L$ = Tegangan fasa – fasa (Volt)

$\cos \phi$ = Faktor daya

2. METODE

2.1 Rancangan Penelitian

2.1.1 Studi Literatur

Mempelajari standar dan dasar teori-teori yang ada dalam jurnal atau artikel nasional maupun internasional untuk dijadikan sebagai referensi tugas akhir.

2.1.2 Pengumpulan Data

Pada Desain Mechanical Dan Electrical Di Gedung Badan Pemeriksa Keuangan Kota Madya Maluku ini mempunyai beberapa data yang dikumpulkan, di antaranya:

- a. Data desain arsitek berupa *Software Autocad* yang bertujuan untuk memberi pandangan mengenai identitas dan pengukuran sebuah ruangan.
- b. Daftar data kebutuhan beban listrik yang bertujuan untuk mengetahui kebutuhan listrik yang akan digunakan.

2.1.3 Studi Bimbingan

Selama tahap penelitian, penulis melakukan bimbingan untuk memperoleh arahan mulai dari judul hingga penyusunan tugas akhir dengan cara berkomunikasi dengan dosen pembimbing.

2.1.4 Analisis Data

Pada penelitian ini pengambilan data ditujukan untuk :

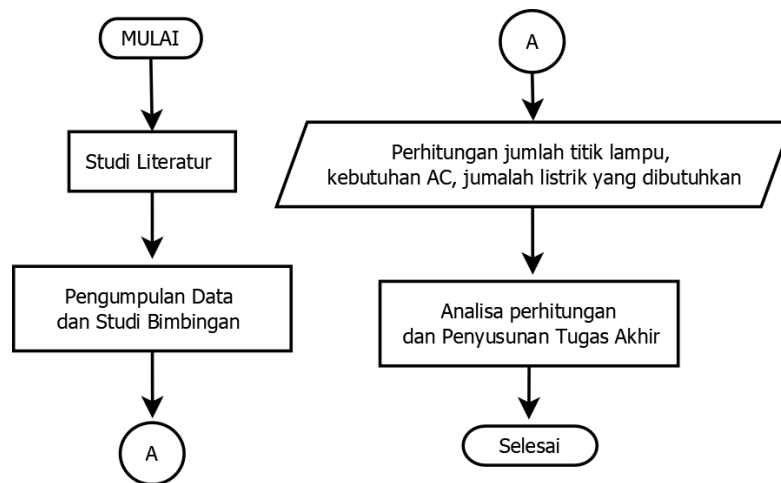
- a. Menentukan jumlah titik lampu.
- b. Menentukan kapasitas HVAC (*Heating, Ventilation, and Air-conditioning*).
- c. Jumlah daya listrik yang dibutuhkan di Gedung Badan Pemeriksa Keuangan Kota Madya Maluku.

2.1.5 Menentukan Hasil

Hasil yang didapat pada analisa yaitu :

- a. Jumlah kebutuhan titik lampu pada ruangan.
- b. Jumlah HVAC (*Heating, Ventilation, and Air-conditioning*).
- c. Menghasilkan distribusi listrik dari sumber listrik ke beban listrik.

2.2 Program Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain listrik merupakan proses yang melibatkan perencanaan, pembuatan, pengujian, dan pemasangan peralatan listrik sesuai dengan peraturan yang disetujui, desain termasuk tata letak pencahayaan, tata letak daya, tata letak distribusi daya, sistem tata letak pencegahan kebakaran (Najeemd et al, 2020). Untuk luas bangunan sebesar 3516 m², terdapat 3 lantai pada bangunan ini. Terdapat beberapa bagian untuk menghasilkan perhitungan pada perencanaan instalasi Gedung Badan Pemeriksaan Keuangan.

3.1 Perhitungan titik lampu.

3.1.1 Ruang *Lobby*

Ruang berukuran 8m x 9m menggunakan lampu 2xTL 24w dimana lampu ini memiliki fluks bercahaya sebesar 3700 pada 100 lux, kemudian dapat dihitung jumlah titik cahaya di ruang *lobby*

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times CU \times n}$$
$$= \frac{100 \times 8 \times 9}{3700 \times 0,8 \times 0,6 \times 2}$$

$$N = 2 \text{ Titik Lampu}$$

Sehingga, dapat dilihat dari perhitungan di atas telah mendapatkan hasil berupa 2 titik terang di ruang *lobby*. Dengan menggunakan persamaan yang sama, jumlah titik cahaya pada sebuah ruangan di lantai yang berbeda dapat ditentukan.

3.2 Perhitungan kebutuhan HVAC.

3.2.1 Ruang SIPTL

Ruangan ini berukuran 8m x 9m x 3m. Maka kapasitas AC pada ruangan SIPTL ialah

$$\text{BTU} = ((P \times L \times T \times \text{Faktor 1} \times 37) + (\text{Faktor 2} \times \text{jumlah orang}))$$

$$= ((8 \times 9 \times 3 \times 6 \times 37) + (600 \times 5))$$

$$= 26976 \text{ BTU/hr}$$

Sehingga, dapat dilihat dari perhitungan di atas ruangan SIPTL direncanakan memakai AC *Split Inverter* 1P 2 PK (18.000 BTU/hr), sehingga kebutuhan AC pada ruangan ini berjumlah 1 buah. Dengan menggunakan persamaan yang sama, kebutuhan AC pada sebuah ruangan di lantai yang berbeda dapat ditentukan.

3.3 Pembagian Beban Listrik

Pada distribusi beban yang seimbang terdapat pengelompokan antara beban standby dan tidak standby (hubungan dari fase R, S, T) (Edi Ridwan dll, 2015).

3.3.1 Panel SDP di Lantai 1

Tabel 3. Pembebanan pada lantai 1

Fasa	Beban (A)		Total Beban (A)
	Lampu	AC	
R	3,67	59,04	62,8
S	3,98	59,04	63,02
T	5,48	59,04	64,52

Dilihat dari tabel, maka kebutuhan yang tertinggi ialah 64,52 A, untuk pengaman 3 fasa dengan MCCB berkapasitas 80A dengan kabel NYY 4 x 35 mm² yang dapat menghantarkan arus hingga 131 A.

3.3.2 Panel SDP di Lantai 2

Tabel 4. Pembebanan pada lantai 2

Fasa	Beban (A)		Total Beban (A)
	Lampu	AC	
R	4,6	54,81	59,41
S	4,82	54,81	59,63
T	6,67	54,81	61,48

Dilihat dari tabel, maka kebutuhan yang tertinggi ialah 61,48 A, untuk pengaman 3 fasa dengan MCCB berkapasitas 80A dengan kabel NYY 4 x 35 mm² yang dapat menghantarkan arus hingga 131 A.

3.3.3 Panel SDP Lantai 3

Tabel 5. Pembebanan pada lantai 3

Fasa	Beban (A)		Total Beban (A)
	Lampu	AC	
R	1,28	40,41	41,69
S	1,07	40,41	41,48
T	2,31	40,41	42,72

Dilihat dari tabel, maka kebutuhan yang tertinggi ialah 42,72 A, untuk pengaman 3 fasa dengan MCB berkapasitas 50A dengan kabel NYY 4 x 16 mm² yang dapat menghantarkan arus hingga 80 A.

3.3.4 Panel Lift

Pada bangunan ini tersedia fasilitas sebuah *Lift*, direncanakan untuk 1 *lift* memiliki kapasitas 1000kg dengan mesin penggerak berupa motor induksi 3 *phasa* yang berkapasitas 7,5 Kw, faktor daya 0.85, frekuensi 50 Hz. Maka kapasitas 1 buah Lift pada bangunan ini adalah

$$\begin{aligned}
 I_n &= \frac{P}{\sqrt{3} \times VL - L \times \cos \phi} \\
 &= \frac{7500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,85} \\
 &= 13,42 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Sehingga, kapasitas *lift* yang telah dihasilkan sebesar 13,42 A, namun pada *lift* terdapat beban lainnya seperti lampu, fan, *speaker*, dan lain-lain. Maka untuk lebih amanya MCB yang akan digunakan 1 level di atasnya yaitu MCB 3 *phasa* 25A untuk pengamannya dan jenis kabel penghantar yang digunakan NYY 4 x 6 mm² dimana kabel tersebut dapat menghantarkan sebesar 43 A.

3.3.5 Panel MDP

Main Distribution Board (MDP) merupakan panel induk yang dimana awalnya menghitung jumlah arus pada fasa R, S, T di bagian panel SDP, sehingga

dapat memberikan daya ke panel tersebut dengan adanya garis pembagi dengan MCCB. Dengan total beban per fasa :

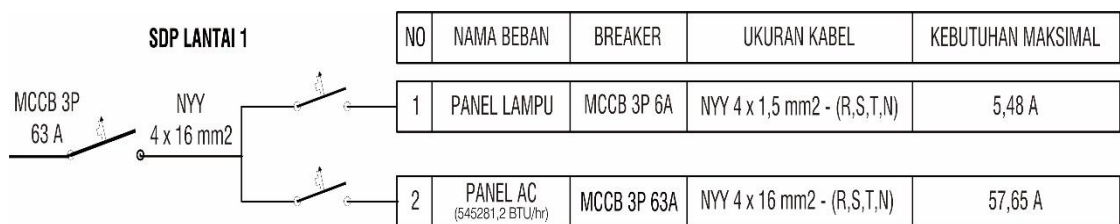
$$R = 188,91 \text{ A}$$

$$S = 189,13 \text{ A}$$

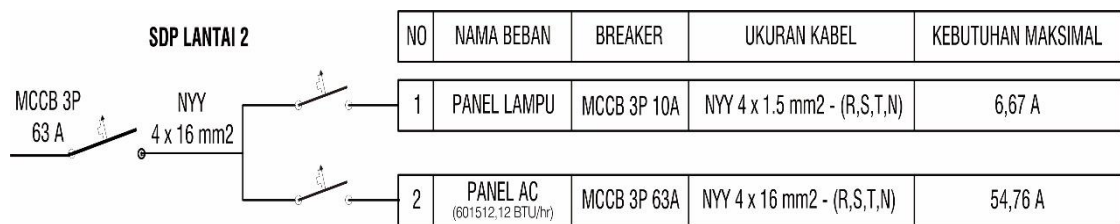
$$T = 193,73 \text{ A}$$

Sehingga kebutuhan yang tertinggi ada pada gedung ini sebesar 193,73 A, untuk pengaman 3 fasa dengan MCCB berkapasitas 225A dengan kabel NYY 4 x 120 mm² yang dapat menghantarkan arus hingga 282 A. Kebutuhan daya PLN untuk gedung ini mencapai 147,96 kVA

Berikut ini adalah analisis penggunaan pengaman dan penghantar SDP



Gambar 1. Single Line SDP Lantai 1

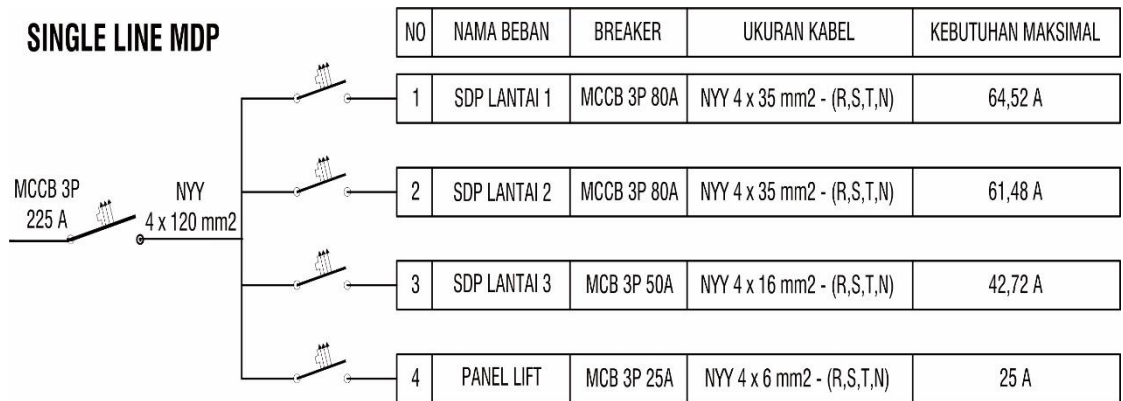


Gambar 2. Single Line SDP Lantai 2



Gambar 3. Single Line SDP Lantai 3

Berikut ini adalah analisis penggunaan pengaman dan penghantar MDP

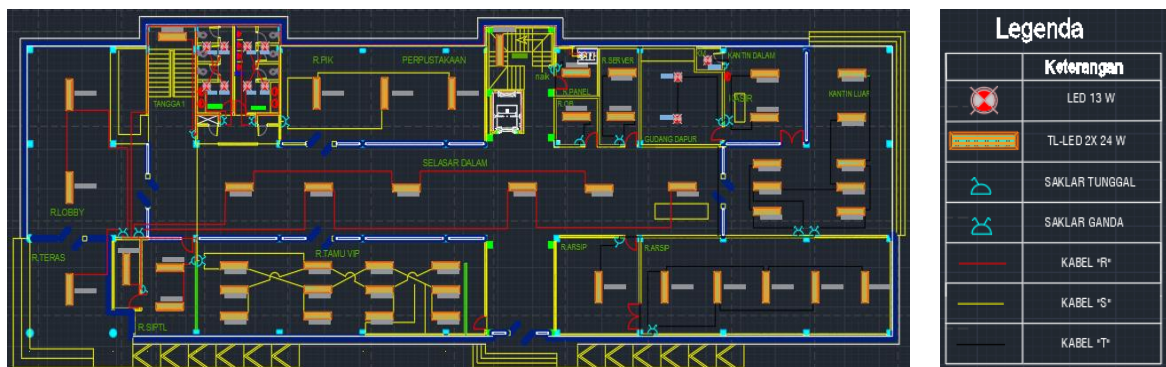


Gambar 4. Single Line MDP

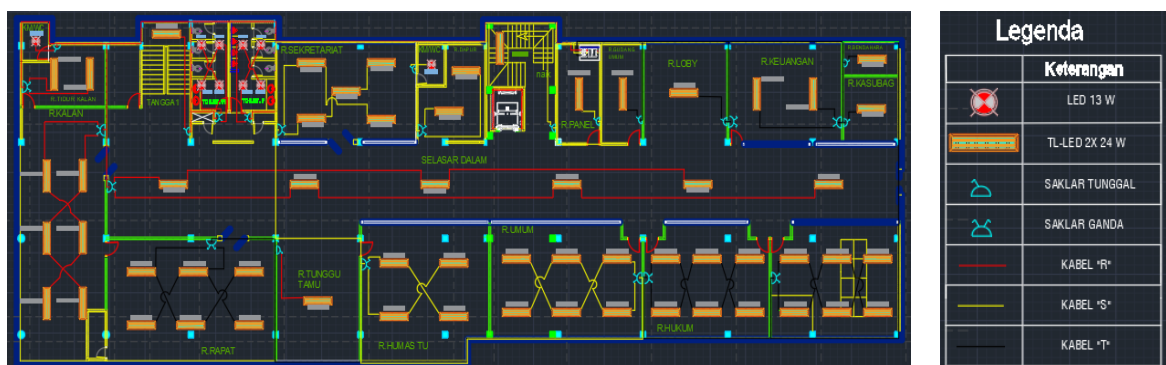
3.4 Pembuatan desain sistem kelistrikan dengan aplikasi *Autocad*.

Berikut merupakan hasil pengerjaan desain instalasi listrik di Gedung Badan Pemeriksa Keuangan Kota Madya Maluku pada *autocad*.

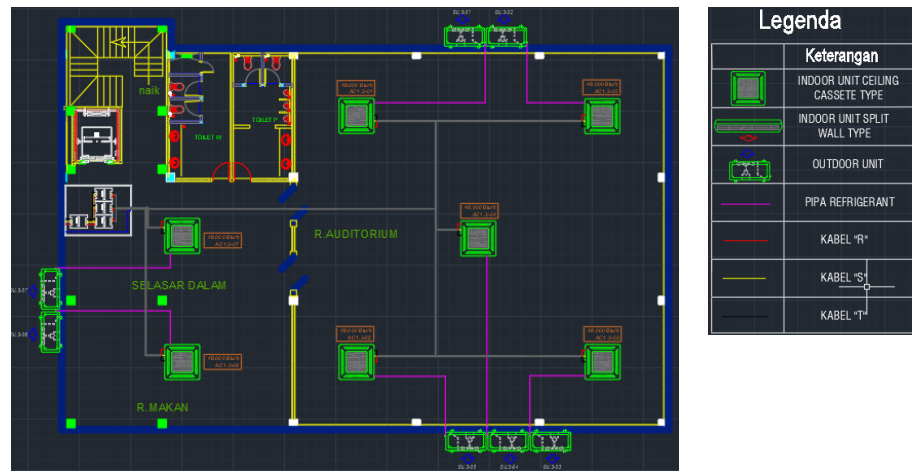
3.4.1 Desain penerangan lampu.



Gambar 5. Pemasangan desain lampu pada lantai 1



Gambar 6. Pemasangan desain lampu pada lantai 2



Gambar 10. Pemasangan desain AC pada lantai 3

4. PENUTUP

Terdapat beberapa kesimpulan pada hasil perhitungan dan analisis di Gedung Badan Pemeriksa Keuangan Kota Madya Maluku serta perencanaan sistem mekanikal, elektrikal diantaranya :

- 4.1 Bangunan ini mempunyai 3 buah lantai, pada lantai 1 dan 2 berkapasitas 80 A menggunakan kabel NYY 4 x 35 mm² dapat menghantarkan arus 131 A, untuk lantai 3 berkapasitas 50 A menggunakan kabel NYY 4 x 16 mm² dapat menghantarkan arus 80 A.
- 4.2 Ruangan di gedung ini hampir semuanya diberi pendingin ruangan. AC yang digunakan berjenis *Split Inverter* 1P dan *Cassette Round Flow Inverter* 3P. Sehingga kapasitas daya keseluruhan yang dihasilkan pada bangunan ini sebesar 101,41 kVA atau 81,13 kW.
- 4.3 Gedung ini mempunyai 1 buah lift, dimana kapasitasnya sebesar 25 A dengan kabel NYY 4 x 6 mm² dapat menghantarkan arus 43 A.
- 4.4 Kebutuhan daya PLN untuk gedung Badan Pemeriksa Keuangan ini mencapai 147,96 kVA. Dengan pengaman berkapasitas 225 A menggunakan kabel NYY 4 x 120 mm² yang dapat menghantarkan arus hingga 282 A.

PERSANTUNAN

Alhamdulillah penulis panjatkan puji syukur atas rahmat dan hidayahnya kepada Allah SWT, sehingga penyusunan laporan tugas akhir ini dapat selesai. Ucapan terima kasih dari penulis untuk pihak-pihak yang terkait, diantaranya :

- a. Doa yang tiada henti dan dukungan selalu dari orang tua dan keluarga.
- b. Yang terhormat bapak Hasyim Asy'ari, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang memberikan masukan serta bimbinganya dan seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- c. Saudara-saudaraku Teknik Elektro angkatan 2017
- d. Terima kasih atas perhatian penuh yang dengan tiada henti untuk mengingatkan dan menyelesaikan tugas akhir ini, Yuliana Ismi Nur Jannah, S.Pd.
- e. Teman-teman yang saya cintai teruntuk saudara Prasetyo Wibowo, Muslim Mustofa, Rian Adi Chandra yang saling menghibur dan mendukung untuk mencapai tujuan yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Afroz, Z., Shafiullah, G. M., Urmee, T., & Higgins, G. (2018). Modeling techniques used in building HVAC control systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 83, 64-84.
- Dawangi, Handhika. (2020). Awal Tahun 1 Januari 2020, Dua Kali Gempa Bumi Terjadi di Wilayah Ini, Sesuai Data BMKG. <https://manado.tribunnews.com/2020/01/02/awal-tahun-1-januari-2020-dua-kali-gempa-bumi-terjadi-di-wilayah-ini-sesuai-data-bmkg> (diakses tanggal 28 September 2020)
- Najeem, Banji, Samuel. (2020). Design of an Electrical Installation of a Storey Building, Vol:04, Issue:01.
- Ridwan, Edi, M. Iqbal Arsyad, and Abang Razikin. "Analisa Perencanaan Pembagian Beban Dan Instalasi Listrik Pada Hotel Golden Tulip di Kota Pontianak." Diambil dari <http://jurnal.utan.ac.id> (2015).
- Samaulah, Hazairin. 2002. Teknik Instalasi Tenaga Listrik. Hal 1
- Wang, L., & Liete, F. (2016). Formalized Knowledge Representation for Spatial Conflict Coordination of Mechanical Electrical and Plumbing System in New Building Project.